I Erläuterungen

Voraussetzungen gemäß KCBG und Abiturerlassen BG jeweils in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung

Standardbezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Kompetenzbereiche sind für die Bearbeitung der jeweiligen Aufgabe besonders bedeutsam. Darüber hinaus können weitere, hier nicht ausgewiesene Kompetenzbereiche für die Bearbeitung der Aufgabe nachrangig bedeutsam sein, zumal die Kompetenzbereiche in engem Bezug zueinanderstehen. Die Operationalisierung des Bezugs zu den Kompetenzbereichen des Standardbezugs erfolgt in Abschnitt II.

Aufgabe	**Kompetenzbereiche**				
	K1	**K2**	**K3**	**K4**	**K5**
1.1	X	X			
1.2		X	X		
1.3		X			
1.4					X
2.1				X	
2.2				X	
2.3				X	

Inhaltlicher Bezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Themenfelder sind die wesentliche inhaltliche Grundlage für die vorliegenden Aufgaben. Darüber hinaus können weitere, hier nicht explizit ausgewiesene Themenfelder für die Bearbeitung nachrangig bedeutsam sein.
Q1: Technische Mechanik II
Q2: Maschinenelemente
verbindliche Themenfelder: Grundbeanspruchungsarten (Q1.1), Dauer- und Gestaltfestigkeit (Q1.2), Kraft- und Momentenverläufe (Q1.3), Kraft- und formschlüssige Verbindungen (Q2.1)

II Lösungshinweise

In den nachfolgenden Lösungshinweisen sind alle wesentlichen Gesichtspunkte, die bei der Bearbeitung der einzelnen Aufgaben zu berücksichtigen sind, konkret genannt und diejenigen Lösungswege aufgezeigt, welche die Prüflinge erfahrungsgemäß einschlagen werden. Selbstverständlich sind jedoch Lösungswege, die von den vorgegebenen abweichen, aber als gleichwertig betrachtet werden können, ebenso zu akzeptieren.

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE I**	**BE II**	**BE III**
1.1	freimachen			8
	berechnen IPE240: $m' = 30{,}7\,\frac{\text{kg}}{\text{m}} \Rightarrow F'_\text{G} = m' \cdot g = 30{,}7\,\frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot 9{,}81\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 301{,}2\,\frac{\text{N}}{\text{m}}$ $\alpha = \arctan\left(\frac{d}{c}\right) = \arctan\left(\frac{770\,\text{mm}}{2685\,\text{mm}}\right) = 16{,}0°$ $F_\text{L ges} = (m_\text{L} + m_\text{EK}) \cdot g = (1000\,\text{kg} + 90\,\text{kg}) \cdot 9{,}81\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 10692{,}9\,\text{N}$ $\sum M_{(\text{A})} = 0 \Rightarrow F_\text{Bx} \cdot e + F_\text{By} \cdot c - F_\text{L ges} \cdot a - \frac{1}{2} F'_\text{G} \cdot b^2 = 0$ mit $F_\text{Bx} = F_\text{B} \cdot \cos\alpha$ und $F_\text{By} = F_\text{B} \cdot \sin\alpha$ folgt $F_\text{B} \cdot \cos\alpha \cdot e + F_\text{B} \cdot \sin\alpha \cdot c - F_\text{L ges} \cdot a - \frac{1}{2} F'_\text{G} \cdot b^2 = 0$ $F_\text{B} \cdot (\cos\alpha \cdot e + \sin\alpha \cdot c) - F_\text{L ges} \cdot a - \frac{1}{2} F'_\text{G} \cdot b^2 = 0$ $F_\text{B} = \frac{F_\text{L ges} \cdot a + \frac{1}{2} F'_\text{G} \cdot b^2}{\cos\alpha \cdot e + \sin\alpha \cdot c} = \frac{10692{,}9\,\text{N} \cdot 5{,}0\,\text{m} + \frac{1}{2} \cdot 301{,}2\,\frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot (5{,}25\,\text{m})^2}{\cos 16{,}0° \cdot 0{,}256\,\text{m} + \sin 16{,}0° \cdot 2{,}685\,\text{m}}$ $F_\text{B} = 58423{,}5\,\text{N}$ $\sum F_\text{x} = 0 \Rightarrow F_\text{Ax} - F_\text{Bx} = 0$ $F_\text{Ax} = F_\text{Bx} = F_\text{B} \cdot \cos\alpha = 58423{,}5\,\text{N} \cdot \cos 16{,}0° = 56160{,}3\,\text{N}$ $\sum F_\text{y} = 0 \Rightarrow F_\text{Ay} + F_\text{By} - F_\text{L ges} - F'_\text{G} \cdot b = 0$ $F_\text{Ay} = -F_\text{By} + F_\text{L ges} + F'_\text{G} \cdot b = -F_\text{B} \cdot \sin\alpha + F_\text{L ges} + F'_\text{G} \cdot b$ $= -58423{,}5\,\text{N} \cdot \sin 16{,}0° + 10692{,}9\,\text{N} + 301{,}2\,\frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot 5{,}25\,\text{m}$ $= -3829{,}5\,\text{N}$ (nach unten) $F_\text{Bx} = F_\text{B} \cdot \cos\alpha = 58423{,}5\,\text{N} \cdot \cos 16{,}0° = 56160{,}3\,\text{N}$ $F_\text{By} = F_\text{B} \cdot \sin\alpha = 58423{,}5\,\text{N} \cdot \sin 16{,}0° = 16103{,}7\,\text{N}$	8	4	

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
1.2	skizzieren 		8	

Nicht für den Prüfling bestimmt

<table>
<tr><th rowspan="2">Aufg.</th><th rowspan="2">erwartete Leistungen</th><th colspan="3">BE</th></tr>
<tr><th>I</th><th>II</th><th>III</th></tr>
<tr><td></td><td>bestimmen
Stelle A: $M_{\mathrm{bA}} = 0$

Stelle B (links):
$\sum M_{(\mathrm{B})} = 0 \Rightarrow F_{\mathrm{Ay}} \cdot c + \frac{1}{2} \cdot F'_{\mathrm{G}} \cdot c^2 + M_{\mathrm{bBli}} = 0$
$M_{\mathrm{bBli}} = -F_{\mathrm{Ay}} \cdot c - \frac{1}{2} \cdot F'_{\mathrm{G}} \cdot c^2 = -3829{,}5\,\mathrm{N} \cdot 2{,}685\,\mathrm{m} - \frac{1}{2} \cdot 301{,}2\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}} \cdot (2{,}685\,\mathrm{m})^2$
$M_{\mathrm{bBli}} = -11367{,}9\,\mathrm{Nm}$

Stelle B (rechts):
$\sum M_{(\mathrm{B})} = 0 \Rightarrow F_{\mathrm{Ay}} \cdot c + \frac{1}{2} \cdot F'_{\mathrm{G}} \cdot c^2 + F_{\mathrm{Bx}} \cdot e + M_{\mathrm{bBre}} = 0$
$M_{\mathrm{bBre}} = -F_{\mathrm{Ay}} \cdot c - \frac{1}{2} \cdot F'_{\mathrm{G}} \cdot c^2 - F_{\mathrm{Bx}} \cdot e$
$M_{\mathrm{bBre}} = -3829{,}5\,\mathrm{N} \cdot 2{,}685\,\mathrm{m} - \frac{1}{2} \cdot 301{,}2\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}} \cdot (2{,}685\,\mathrm{m})^2 - 56160{,}3\,\mathrm{N} \cdot 0{,}256\,\mathrm{m}$
$M_{\mathrm{bBre}} = -25745{,}0\,\mathrm{Nm}$

Stelle C:
$\sum M_{(\mathrm{C})} = 0 \Rightarrow F_{\mathrm{Ay}} \cdot a + \frac{1}{2} \cdot F'_{\mathrm{G}} \cdot a^2 + F_{\mathrm{Bx}} \cdot e - F_{\mathrm{By}} \cdot (a - c) + M_{\mathrm{bC}} = 0$
$M_{\mathrm{bC}} = -F_{\mathrm{Ay}} \cdot a - \frac{1}{2} \cdot F'_{\mathrm{G}} \cdot a^2 - F_{\mathrm{Bx}} \cdot e + F_{\mathrm{By}} \cdot (a - c)$
$M_{\mathrm{bC}} = -3829{,}5\,\mathrm{N} \cdot 2{,}685\,\mathrm{m} - \frac{1}{2} \cdot 301{,}2\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}} \cdot (2{,}685\,\mathrm{m})^2 - 56160{,}3\,\mathrm{N} \cdot 0{,}256\,\mathrm{m}$
$\quad + 16103{,}7\,\mathrm{N} \cdot (5{,}0\,\mathrm{m} - 2{,}685\,\mathrm{m})$
$M_{\mathrm{bC}} = -9{,}471\,\mathrm{Nm}$

Stelle D: $M_{\mathrm{bD}} = 0$

nennen
$\lvert M_{\mathrm{bmax}} \rvert = 25745{,}0\,\mathrm{Nm}$ an der Stelle B</td><td>14

2</td><td></td><td></td></tr>
</table>

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	erwartete Leistungen	BE		
		I	II	III
1.3	ermitteln IPE240: $W_x = 324\,\text{cm}^3$ und $S = 39{,}1\,\text{cm}^2$ sowie $h = 141{,}69\,\text{mm}$ $\sigma_b = \frac{M_{b\max}}{W_x} = \frac{25745000\,\text{Nmm}}{324\,\text{cm}^3 \cdot \frac{1000\,\text{mm}^3}{1\,\text{cm}^3}} = 79{,}46\,\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ $\sigma_d = \frac{F_{Bx}}{S} = \frac{56160{,}3\,\text{N}}{39{,}1\,\text{cm}^2 \cdot \frac{100\,\text{mm}^2}{1\,\text{cm}^2}} = 14{,}36\,\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ $\sigma_O = \sigma_{b,z} - \sigma_d = 79{,}46\,\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} - 14{,}36\,\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 65{,}10\,\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ (Zugspannung) $\sigma_U = \sigma_{b,d} + \sigma_d = 79{,}46\,\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} + 14{,}36\,\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 93{,}82\,\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ (Druckspannung) Hinweis: Ein Vertauschen von Druck- und Zugspannungsseite ist bei der Vergabe der Bewertungseinheiten zu berücksichtigen.		8	
	zeichnen		6	
	berechnen $f = \frac{\sigma_U}{\frac{\lvert\sigma_O\rvert + \lvert\sigma_U\rvert}{h}} = \frac{\sigma_U}{\lvert\sigma_O\rvert + \lvert\sigma_U\rvert} \cdot h = \frac{93{,}82\,\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{65{,}10\,\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} + 93{,}82\,\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \cdot 240\,\text{mm}$ $f = 141{,}69\,\text{mm}$ von der Unterkante des Profils		4	
1.4	bestimmen Annahme: Belastungsfall II $\Rightarrow$ $\sigma_{bSch} = 280\,\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ $\sigma_{\max} = \sigma_{b,d} + \sigma_d = 79{,}46\,\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} + 14{,}36\,\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 93{,}82\,\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ $S = \frac{\sigma_{bSch}}{\sigma_{\max}} = \frac{280\,\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{93{,}82\,\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 2{,}98$	4		
	beurteilen Eine Sicherheitszahl von annähernd drei bei maximaler Belastung kann für den Zweck dieses Bauteils als angemessen angesehen werden.			2
	Summe 68	**28**	**30**	**10**

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE**		
		I	**II**	**III**
2.1	überprüfen 46Cr2 $\Rightarrow R_e = 650 \frac{N}{mm^2}$ $\tau_{a\,zul} = \frac{\tau_{aF}}{\nu} = \frac{0,6 \cdot R_e}{\nu} = \frac{0,6 \cdot 650 \frac{N}{mm^2}}{4} = 97,5 \frac{N}{mm^2}$ zwei Schnitte $n = 2$ $\tau_a = \frac{F}{S} = \frac{F_B}{n \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{58\,423,5\,N}{2 \cdot \frac{\pi \cdot (30\,mm)^2}{4}} = 41,4 \frac{N}{mm^2}$ $\Rightarrow \tau_a < \tau_{a\,zul}$ der Bolzen ist ausreichend dimensioniert		4	6
2.2	auswählen Belastungsfall II $\Rightarrow \sigma_{zdSch} = 235 \frac{N}{mm^2}$ nachweisen $\sigma_{z\,zul} = \frac{\sigma_{zdSch}}{\nu} = \frac{235 \frac{N}{mm^2}}{4} = 58,75 \frac{N}{mm^2}$ $\sigma_z = \frac{F}{A} = \frac{\frac{F_B}{2}}{t \cdot (b-d)} = \frac{\frac{58\,423,5\,N}{2}}{5\,mm \cdot (130\,mm - 30\,mm)} = 58,42 \frac{N}{mm^2}$ $\Rightarrow \sigma_z < \sigma_{z\,zul}$ die Zugstäbe sind ausreichend dimensioniert	2	6	4
2.3	dimensionieren $p_{F\,zul} = 0,4 \cdot R_e = 0,4 \cdot 235 \frac{N}{mm^2} = 94 \frac{N}{mm^2}$ projizierte Fläche zweier Verstärkungsbleche $A = 2 \cdot ((t + x) \cdot d)$ $A_{erf} = \frac{F_B}{p_{F\,zul}} = 2 \cdot ((t + x_{erf}) \cdot d)$ $\Rightarrow x_{erf} = \frac{F_B}{p_{F\,zul} \cdot 2 \cdot d} - t = \frac{58\,423,5\,N}{94 \frac{N}{mm^2} \cdot 2 \cdot 30\,mm} - 5\,mm = 5,36\,mm$ gewählt: $x = 6,0\,mm$			10
	Summe 32	**2**	**10**	**20**

III Bewertung und Beurteilung

Die Bewertung und Beurteilung erfolgt unter Beachtung der nachfolgenden Vorgaben nach § 33 der Oberstufen- und Abiturverordnung (OAVO) in der jeweils geltenden Fassung. Bei der Bewertung und Beurteilung der sprachlichen Richtigkeit in der deutschen Sprache sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 12 Satz 3 OAVO in Verbindung mit Anlage 9b anzuwenden.

Bei der Bewertung und Beurteilung der Übersetzungsleistung in den Fächern Latein und Altgriechisch sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 14 OAVO in Verbindung mit Anlage 9c anzuwenden.

Der Fehlerindex ist nach Anlage 9b zu § 9 Abs. 12 OAVO zu berechnen. Für die Ermittlung der Punkte nach Anlage 9a zu § 9 Abs. 12 OAVO sowie Anlage 9c zu § 9 Abs. 14 OAVO wird jeweils der ganzzahlige nicht gerundete Prozentsatz bzw. Fehlerindex zugrunde gelegt.

Für die Bewertung in den modernen Fremdsprachen ist der „Erlass zur Bewertung und Beurteilung von schriftlichen Arbeiten in allen Grund- und Leistungskursen der neu beginnenden und fortgeführten modernen Fremdsprachen in der gymnasialen Oberstufe, dem beruflichen Gymnasium, dem Abendgymnasium und dem Hessenkolleg“ vom 7. August 2020 (ABl. S. 519) zugrunde zu legen. Demnach erfolgt die Bewertung und Beurteilung mit der Maßgabe, dass lediglich bei der Ermittlung des Prüfungsergebnisses (Note) aus Prüfungsteil 1 und 2 gerundet wird.

Darüber hinaus sind die Vorgaben der Erlasse „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen (Abiturerlass)“, „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen im beruflichen Gymnasium (fachrichtungs-/ schwerpunktbezogene Fächer) (Abiturerlass BG)“ und „Durchführungsbestimmungen zum Landesabitur“ in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung zu beachten.

Als Kriterien für die Bewertung und Beurteilung dienen unter Beachtung der Zielsetzung der gymnasialen Oberstufe nach § 1 Abs. 2 OAVO neben dem Inhaltlichen auch die in den Kerncurricula genannten überfachlichen Kompetenzen, insbesondere die Sprachkompetenz und Wissenschaftspropädeutik; dies zeigt sich u.a. in qualitativen Merkmalen wie Strukturierung, Differenziertheit, (fach-)sprachlicher Gestaltung und Schlüssigkeit der Argumentation.

Im Fach Maschinenbautechnik besteht die Prüfungsleistung aus der Bearbeitung eines Vorschlags, wofür insgesamt maximal 100 BE vergeben werden können. Ein Prüfungsergebnis von **5 Punkten (ausreichend)** setzt voraus, dass mindestens 45% der zu vergebenden BE erreicht werden. Ein Prüfungsergebnis von **11 Punkten (gut)** setzt voraus, dass mindestens 75% der zu vergebenden BE erreicht werden.

Gewichtung der Aufgaben und Zuordnung der Bewertungseinheiten zu den Anforderungsbereichen

Aufgabe	Bewertungseinheiten in den Anforderungsbereichen			Summe
	AFB I	AFB II	AFB III	
1	28	30	10	**68**
2	2	10	20	**32**
Summe	**30**	**40**	**30**	**100**

Die auf die Anforderungsbereiche verteilten Bewertungseinheiten innerhalb der Aufgaben sind als Richtwerte zu verstehen.